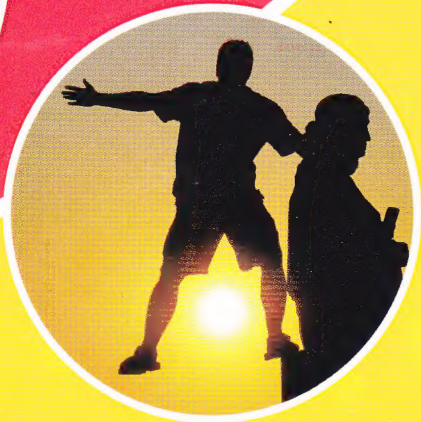
I Want To Know About

HEAT

أريد أن أعرف عن
الحرارة







قرص
هدية

Learning

المحتويات
Contents

Copyright to
DIGITAL FUTURE
المستقبل الرقمي

www.digital-future.ca
Riyadh, Tel: 966-1-4623049
Beirut, Tel: 961-1-856656
Printed in China

مقدمة
Introduction

الحرارة نوع من أنواع الطاقة، وخاصةً الطاقة التي تنساب أو تتدفَّق بين جسمين بسبب الاختلافات الموجودة في درجة الحرارة، فنجد مثلاً أن الحرارة تنساب من الجسم الساخن إلى الجسم البارد، عندما يتمّ دمج الجسمين معاً. وعادةً ما يُنْتِجُ هذا التحويل للطاقة ازدياداً في درجة حرارة الجسم البارد، وانخفاضاً في درجة حرارة الجسم الساخن، كما تقوم المادة بامتصاص الحرارة دون حدوث أي ازدياد في درجة الحرارة، لأنها تتغيَّر من طَوْرٍ إلى آخر أثناء ذوبان أو غليان هذه المادة.

أمّا الفرق بين الحرارة (كشكل من أشكال الطاقة) ودرجة حرارة الجسم (مقياس مقدار الطاقة)، فقد تَمَّ توضيحه في القرن التاسع عشر الميلادي بواسطة بعض العلماء، أمثال كلٍّ من: جوزيف فورييه، وغوستاف كيرشوف، ولادويج بولتزمان. ويُعدّ هذا الشكل من أشكال الطاقة هامًّا جداً، من أجل بقاء الحياة في أيِّ شكلٍ من الأشكال، كما أنَّ هذا النوع من أنواع الطاقة يلعب دوراً بارزاً في حياتنا اليومية، فنجد مثلاً: أننا نحتاج إلى الحرارة في عمليات الطهي وتسخين المياه وكَيِّ الملابس وغيرها من الأمور الأخرى. إضافةً إلى ذلك، فإنَّ الطاقة الحرارية تلعب دوراً هامًّا في الطبيعة أو البيئة التي من حولنا، حيث أننا نجد الأحوال الجوية يتمُّ تحديدُها من خلال التغيُّرات التي تَحدث في الطاقة الحرارية كما أننا نلاحظ مثلاً أنَّ حدوث الفصول السنوية والأمطار والرياح وغيرها، ما هي إلا نتيجة التغيُّرات التي تُحدِثُها الطاقة الحرارية في الطبيعة أو البيئة.



ولذا فإنَّ هذا الكتاب الذي بين أيدينا يعمل على استكشاف الصُّور المختلفة للحرارة، من أجل تزويد القُرّاء الشباب بالمعلومات، وتقديمها إليهم بطريقة وصفيّة وتثقيفيّة، من خلال الشروح والرسومات التي يحويها هذا الكتاب.

تعريف الحرارة

Definition of Heat



ترفع اشعة الشمس حرارة سطح الأرض.

يُمكن تعريف الحرارة بأنها نوعٌ من الطاقة العابرة من جسمٍ ذي درجة حرارةٍ أعلى إلى جسم ذي درجة حرارة أكثر انخفاضاً، كما تشمل أيضاً حركة نقل الطاقة الحركية Kinetic Energy من وسيلةٍ أو من جسمٍ إلى آخر، أو من مصدرٍ من مصادر الطاقة إلى مصدرٍ آخر، حيث يُمكن نقل أو تحويل هذه الطاقة بواحدةٍ من الطرق الثلاث التالية: الإشعاع والتوصيل والنقل الحراري، كما تُعدُّ السُّعْرة الحرارية Calorie هي الوحدة المعيارية الأساسية في النظام الدّولي للوحَدات الحرارية.

ويُمكن تعريف السُّعْرة الحرارية بأنّها مقدار تحويل الطاقة المطلوبة من أجل رفع درجة حرارة غرامٍ واحدٍ من الماء السائل الصافي بمقدار درجةٍ مئوية واحدة، بشرط أن تكون درجة حرارة المياه أعلى من نقطة التجمّد وأقلّ من نقطة الغليان، كما يتمّ أحياناً تحديد الكيلو الحراري بأنه مجموعة من الوحدات الحرارية، حيث يُساوي الكيلو الحراري الواحد (Kcal) 1000 وحدةٍ حرارية (cal). وتجدر الإشارة أنه نادراً ما يتمّ استخدام وحدة الحرارة البريطانية (Btu)، وهي كمية الحرارة المطلوبة من أجل رفع درجة حرارة رطلٍ واحدٍ من الماء السائل الصافي بمقدار درجةٍ واحدةٍ من مقياس فهرنهايت الحراري.

إنّ المصطلح المناسب الذي يُمكن أن يُطلَق على الطاقة المِجْهرية لدى أيّ جسم من الأجسام هو مصطلح «الطاقة الداخلية»، كما أنّه من الممكن أنْ تزداد هذه الطاقة الداخلية من خلال انتقال الطاقة إلى جسم من آخر يتمتّع بدرجة حرارةٍ أعلى، وهذه العملِيّة تُعرَف بالتسخين أو التدفئة، فقد تشعُر بدفء أو حرارة جسمٍ ما إذا كانت درجة حرارته أعلى من درجة حرارة جلدك. وعندما نقول إنَّ هذا الشيء ساخنٌ، فإنّنا نعني أنَّ درجة حرارته مرتفعة نسبيًّا والعكس صحيح. أما تبريد الجسم، فإنه يُقصَد به تحويل الطاقة الحرارية من جسمٍ إلى آخر يتمتع بدرجة حرارةٍ منخفضةٍ عن الجسم الأول.



يتم تحويل الطاقة الكهربائية في المصباح الكهربائي إلى طاقةٍ حرارية.

وفي هذه الحالة يمكن القول بأنك تقوم بإزالة الطاقة الحرارية من هذا الجسم. ونتيجةً لذلك، فإنَّ الجسم يشعر بالبرودة أو الفتور إذا كانت درجة حرارته أقل من درجة حرارة الجسم الساخن، كما أنّه في حالتي السخونة والبرودة -على حدٍّ سواء-، يصبح الجسمان الساخن والبارد بنفس الدرجة المئوية بعد مرور فترة زمنية، وهو ما يُعرَف بـ «الاتزان الحراري».

هل تعلم؟

- تَمُرُّ الحرارة من خلال بعض المواد بكل سهولة ويُسر، ويُطلَق على هذه المواد اسم «الموصِلات الحرارية».
- لا تَمُرُّ الحرارة من خلال بعض المواد مثل: البلاستيك أو القفّازات الواقية من الحرارة أو سَدَّادة القنّينة أو الخشب.

التوازن الحراري



صورة توضح التوازن الحراري في الغلاف الجوي.

تتّخِذ الحرارة الواردة التي تمتصّها الأرض، والحرارة الخارجة التي تهرب من الأرض شكلاً من الإشعاع المتوازن. أمَّا في حالة افتقاد هذا النوع من التوازن، فإنّ كوكب الأرض سيصبح مع مرور كل سنةٍ من السنوات: إمَّا أكثر دفئاً، وإمَّا أكثر برودة. وتشتهر عملية التوازن بين الحرارة الواردة والخارجة بِاسْم تَوازُن حرارة كوكب الأرض، ورغم أنَّ حرارة الأرض غالباً ما تكون متوازنة، فإنّ التفاعلات التي تَحدث في حالة تفاعل الحرارة والإشعاع الكهرومغناطيسي مع كوكب الأرض والأجسام الأخرى مثل المحيطات والغلاف الجوي، تتّسِم بحالة من التعقيد، حيث أنّنا نجد بعض الأماكن في كوكب الأرض، تكون أكثر حرارة أو أكثر برودة من الأماكن الأخرى. وعند مراقبتنا للكيفيّة التي يتِمُّ بها امتصاص الحرارة في أماكن مختلفة من كوكب الأرض، آخذين بعين الإعتبار أنَّ معظم الحرارة الموجودة على ظهر هذا الكوكب، قد نشأت في الأساس بواسطة الشمس، سنجد أنَّ هذه الطاقة الكهرومغناطيسية للشمس تسير نحو الكرة الأرضية بسرعة الضوء، وفي شكل إشعاعات فوق بنفسجية وضوء مرئيّ وإشعاعاتٍ تحت الحمراء. أما في حالة وصول هذه الطاقة إلى كوكب الأرض، فسنجد أن 30 % منها يرتدُّ مباشرةً إلى الفضاء. وتُعرَف القدرة على عكس الضوء وإشعاع الشمس باسم «انعكاسية ضوء الجسم»، ونظراً لأنَّ الأرض تَعكِسُ قُرابة 30 % من الضوء الذي ترسله الشمس، فيمكن القول أنّها تتمتّع بنسبة 30 % من انعكاسية هذا الضوء.

التجربة الأولى

الهدف من التجربة: عزل المِلح عن المياه المالحة.

المواد المطلوبة:

1- ملح 2- مياه 3- ملعقة 4- حوض كبير

5-كوب زجاجي 6- لُفافة ورق تغليف شفاف.

إجراء التجربة:

1



خُذْ حوضاً كبيراً ثمّ املأه بالماء.

2



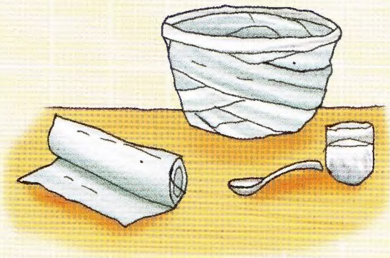
ضَع الملح داخل حوضِ الماء وحرِّكه بالملعقة جيّداً، حتّى يذوب تماماً.

3



ضَعْ كوباً زجاجياً فارغاً في منتصف الحوض الكبير.

4



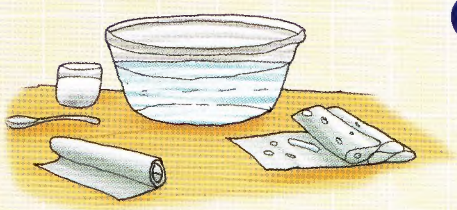
قُمْ بتغطية الحوض الكبير بالكامل باستخدام ورق التغليف الشفاف، بحيث لا ينفذ الهواء إلى الحوض.

5



ضَع الحوض الكبير في ضوء الشمس لبضع ساعات.

6



بعد مرور بعض الوقت، ستجد أنَّ حرارة الشمس التي تعمل على تكوين بخار الماء من الماء المالح، ستترك المِلح في الحوض. أمّا قطرات المياه الصغيرة المتبخِّرة، فإنها ستتَجمّع في الكوب الزجاجي.

النتيجة: ستتحوّل المياه إلى بُخارٍ عند تسخينها، ثمّ تتحوّل ثانيةً إلى قطرات مياه صغيرة خلال طهي الطعام.

الإشعاع
Radiation



تُعرَف الشمس وكوكب الأرض بأنهما مصدران من مصادر الإشعاع الممتازة، ولهذا فإنهما يُعدّان جسمين أسودين.

تتوقّف عملية نقل الإشعاعات الحراريّة على إمكانية تبادل طاقة الإشعاع الحرارية بين جسمين أو أكثر، ويمكن تعريف الإشعاع الحراري بأنه إشعاعٌ كهرومغناطيسيٌّ في مدى الطول المَوجيّ الذي يتراوح بين 0.1 و 100 مايكرومترات (المايكرومتر = 1/1000 من المليمتر) تشتمل على نظام الضوء المرئي، وينشأ هذا الإشعاع نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين جسمين من الأجسام. ومع ذلك فلن تكون هناك أدنى حاجة لأية وسيلةٍ من أجل نقل الحرارة بين الجسمين، كما هو الحال من خلال عمليّتَي التوصيل الحراري والحَمْل الحراري. إلى جانب ذلك، فإنّ الوسائط هي وحدات الكَمِّ الضوئي التي تسير بسرعة الضوء. أما الحرارة التي انتقلت إلى داخل الجسم أو خارجه من خلال الإشعاع الحراري، فإنها وظيفة الكثير من المكونات التي تشمل قابلية استقبال السطح للانعكاس الإشعاعي، والبَثِّ الإشعاعي، ودرجة الحرارة، والتوَجُّه الهندسي الذي يُعَلِّق الأجسام المشتركة مع بعضها البعض حراريًّا.

وفي المقابل، نجد أنَّ قابلية سطح الجسم للانعكاس أو البَثِّ الإشعاعي، ما هو إلا وظيفة من وظائف أحوال السطح، مثل الخشونة والتركيب وغيرها. وتقع عملية نقل الحرارة من خلال الإشعاع في شكل الموجات الكهرومغناطيسية التي توجد أساساً في منطقة الأشِعّة تحت الحمراء. أما الإشعاع الذي يبُثُّه أو يلفِظُه الجسم، فما هو إلا سلسلةٌ من الهياج الحراري الناتج عن الجزيئات المكوِّنة لهذا الإشعاع. ولهذا فإنه من الممكن وصف النقل الحراري الإشعاعي من خلال الإشارة إلى ما يُعرَف بِـ «الجسم الأسود»، وهو جسمٌ يقوم بامتصاص جميع الإشعاعات التي تتساقط على سطحه.

الإشعاع الكهرومغناطيسي

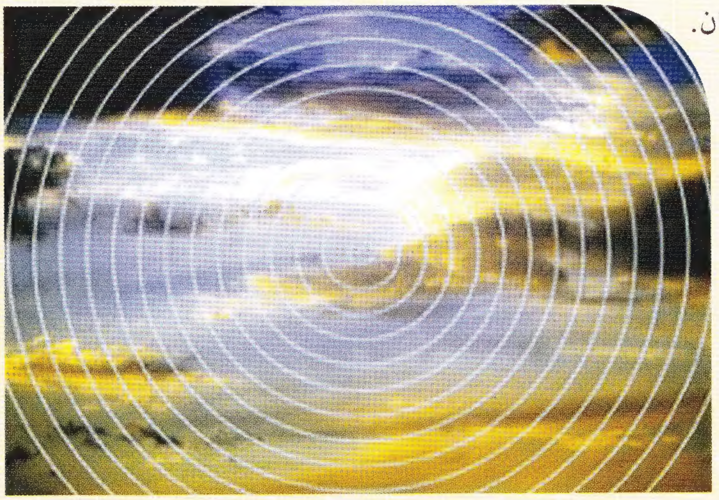
الإشعاع الكهرومغناطيسي هو مصطلحٌ يتمّ استخدامه لوصف تيّارٍ أو تدفُّق العناصر التي تحمل الطاقة، والتي تسير من المصدر الكهرومغناطيسي إلى الخارج. أما الطاقة الموجودة في هذه التيارات أو التدفُّقات، فإنّها تتغايَر بشكلٍ كبيرٍ في القوة، ولهذا فإنها تُقاس بواسطة الطيف الكهرومغناطيسي. إلى جانب ذلك، فإنّ الإشعاع الكهرومغناطيسي قد يكون نافعاً ولا يحمل أيَّ ضررٍ من الأضرار، أو قد يكون ضارًّا جدّاً بالنسبة للإنسان.

وهذا الأمر يتوقّف على مصدر ومستوى الإشعاع نفسه ومدّة التعرُّض الإشعاعي، حيث توجد مصادر طبيعية للإشعاع الكهرومغناطيسي وأخرى غير طبيعية، فمثلاً نجد أنّ الشمس هي مصدرٌ قويٌّ من مصادر الإشعاع التي يمكن أن يكون لها تأثيرٌ إيجابي أو سلبي على جميع الكائنات الحية، في حين يُعدّ قوس الألوان جزءاً مرئيًّا وغير ضارٍّ من التأثير الكهرومغناطيسي الذي تُسبّبه الشمس، وذلك لأنّ العيون البشرية يمكنها رؤية الطول الموجي المرئي للضوء على أنه ألوانٌ مختلفة.



يتوافق كل لون من ألوان قوس الألوان مع طول مَوجيٍّ مختلف من الطيف الكَهرومغناطيسي.

ومن بين مصادر الإشعاع الكهرومغناطيسي غير الطبيعي، نجد مثلاً: الأشعة السينية X-rays، والموجات اللاسلكية والموجات الصغرى، كما نجد أيضاً أنّ الهواتف المحمولة وأفران المايكروويف والرادارات تعمل جميعها على إنشاء الإشعاع الكهرومغناطيسي. وقد أدّى ذلك إلى وجود بعض الاهتمام بأنّ الانتشار المتنامي للوسائل الكهرومغناطيسية سوف يؤدّي إلى زياداتٍ ضخمةٍ في جميع الأمراض التي تَنتُج عن الإشعاعات المختلفة، مثل مرض السَّرطان.



الإشعاع الكهرومغناطيسي يحمل الطاقة والزخم اللّذين قد يمنحان المادة التفاعل اللازم.

قانون بلانك

في علم الفيزياء، ينصّ قانون بلانك على أنّ كثافة طيف الإشعاع الكهرومغناطيسي لجسم من الأجسام السوداء، يمكن حسابها من خلال المعادلة التالية:

$$I(v) = \frac{2hv^3}{C^2} \frac{1}{\exp\left(\frac{hv}{kt}\right) - 1}$$

حيث يُشير الرّمز (I) إلى كثافة إشعاع الجسم الأسود، في حين يُشير الرّمز (C) إلى سرعة الضوء، والرّمز (h) إلى ثابت بـلانك الذي يُستخدَم لوصف أصغر مقـدارٍ للطاقـة وهو «الكوانتا». أمّا الحرف (K) فيرمز إلى قـانون بولتِزْمان، بينما يشير الرمز (V) إلى مدى التردّد الذي يُبَثُّ من خلاله مقدار الطاقة الخاصة بسطح كل وحدة من وحدات زوايا الجسم الصلبة المعروف بدرجة التردّد. وقد قام العالِم ماكس بـلانك بابـتكار هذا القـانون، في محاولة منه لإجراء نوع من التمازج بين قانون راليه - جينز، حيث اكتشف أن الوظيفة السابقة تُناسِب جميع بيانات الطول الموجي بشكلٍ ملفتٍ للنظر. إلى جانب ذلك، حاول بلانك ابتكار نظرية أساسية يمكنها تزويد الإنسان بالديناميكا الحرارية، فلاحظَ أنه إذا تمكَّنّا من نشْر أو بَثِّ الضوء في مجموعات منفصلة من الطاقة التي تتمتّع بقدر من التردّد النسبي، فقد يصبح القانون الجديد ذا مغزى كبير، وهو ما عبّرَ عنه بالمعادلتين التاليتين:

$$E=hv$$

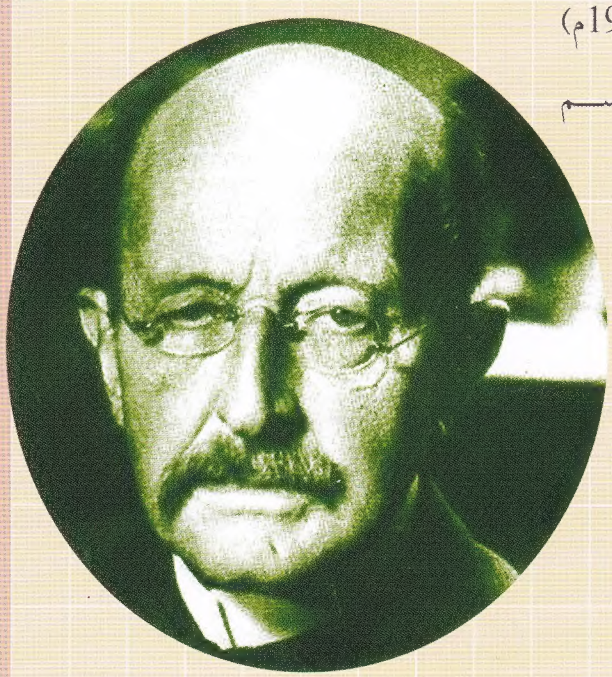
$$E=hc/\lambda$$

حيثُ يُشير الرّمز (E) إلى الطاقة، والرمز (h) إلى ثابت بلانك، والرمز (V) إلى تردّد الضوء. أمّا الرّمز (λ) فهو الطول الموجي، في حين يشير الرمز (C) إلى سرعة الضوء.

ومع ذلك، فقد ألغى بلانك استنباط النتائج التي تتعلّق بطبيعة الضوء. أما فكرة تجزئة الكمّيات، فقد تطوّرَتْ بواسطة علماء آخرين إلى ما يُطلَق عليه اليوم «ميكانيكا الكَم».

عالِم

يُعدّ عالِم الفيزياء الألماني ماكس بلانك (1858م-1947م) هو مَن قـام بـصياغة المعادلة التي تصِفُ طَيف الجسـم الأسـود، بـعد أن وجّهَ اهتمامه لدراسـة مشـكلة إشعاع هذا الجسم في عام 1894م. أما الأعمال الأولية التي قـام بها بـلانك، فكانت تتعلّق بموضوع الديناميكا الحرارية. إلى جانب ذلك يُعدّ ماكس بلانك مؤسِّس نظرية الكَمّ وواضع القـانون الذي سُمِّي باسـمه فضلاً عن كونه أحـدَ أهم علماء الفيزياء في القرن العشرين.



بدأ العالِم ماكس بلانك في عرض قانونه عام 1900م.

التّوصيل الحراري

Conduction



يتمّ توصيل الحرارة إلى كوب الشاي عندما يقوم الإنسان بصبّ الماء المغلي فيه.

التَّوصيل الحراري هو نقل الحرارة من جسمٍ إلى آخر أو من جُزيء إلى آخر، وبمجرّد أنْ يتعرّض أيُّ جزيء من الجزيئات للحرارة، فإنّه يبدأ في التحرّك والاهتزاز بشكلٍ سريع. وفي أثناء هذه العملية، يقوم الجزيء بتمرير بعض الطاقة الحرارية إلى الجزيئات الأخرى التي تقع حوله، حيث تقوم جميع الجزيئات الموجودة في جسمٍ من الأجسام بتمرير الحرارة من جزيء إلى آخر، حتى تصِلَ إلى جميع الجزيئات. إضافةً إلى ذلك، يُعرّف التَّوصيل الحراري أيضاً بأنّه عملية تدفُّق الطاقة الداخلية من منطقةٍ ذات درجة حرارةٍ أعلى إلى منطقة ذات درجة حرارةٍ أكثر انخفاضاً، من خلال تَفاعُل الجزيئات المتجاورة في الفضاء المتداخل. والجدير بالذكر أنّ الطاقّة في عملية التوصيل الحراري تنتقل من جزيءٍ إلى آخر من خلال الاتصال المباشر، حيث أنّ الجزيئات لا تعمل بالضرورة على تغيير وضعها، ولكنّها تهتزّ بشكلٍ أسرع في مقابل بعضها البعض. أمّا في جسم الإنسان، فإنّنا نجِد أنَّ مُعدّل التوصيل الحراري يتوقّف على درجة مَيل درجة الحرارة بين الجلد والمادة التي يتّصِل بها هذا الجلد.

إلى جانب ذلك، تختلف جميع درجات التوصيل الحراري حسب المادة، حيث تكون مرتفعةً جدًّا مع الفلِزّات وأقل ارتفاعاً مع اللّافلزّات، ومنخفضةً جدًّا مع العناصر السائلة، ومنخفضةً إلى أقصى درجة مع الغازات. ومن بين المُوصِلات الحراريّة الجيدة نذكر مثلاً (بالترتيب التنازلي) عناصرَ الفضة والنُّحاس والذهب والألمنيوم والبريليوم والتنغستين. أمّا معدن الماس، فإنّه يتفوق على جميع هذه المعادن، في حين يتفوّق معدن كربون الغرافيت على معدن الماس في درجة التوصيل الحراري، في حالة التمكّن من قسر الحرارة على التوصيل في اتجاه مُوازٍ لطبقات الكريستال، والواقع أنَّ المادة التي تتمتّع بدرجة توصيل حراريٍّ مرتفعة، هي شكلٌ من أشكال السائل المُفرَط الّذي يتكوّن من عنصر الهيليوم، ولا يوجد إلا في درجات حرارةٍ أقلّ من – 271°م. وبما أنه من غير المحتمَل أن يَعثَر الإنسان على مثل هذه المادّة، فإنها تُعدّ مادةً استثنائيّة وفريدةً من نوعها.

حقيقة طريفة

هل لاحظْتَ أنَّ درجة حرارة الفلِزّات تبدو وكأنها باردة؟ صدِّق أو لا تصدِّق، إنَّ هذه الفلِزّات ليست على درجة كبيرة من البرودة. ولكنها تبدو باردةً، لأنها تقوم بالتوصيل الحراري بعيداً عن يديك. من هنا، فإنّكَ تلاحظ الحرارة التي تترُكَ يدكَ وهي في حالة من البرودة.

عالِم



جوزيف فورييه

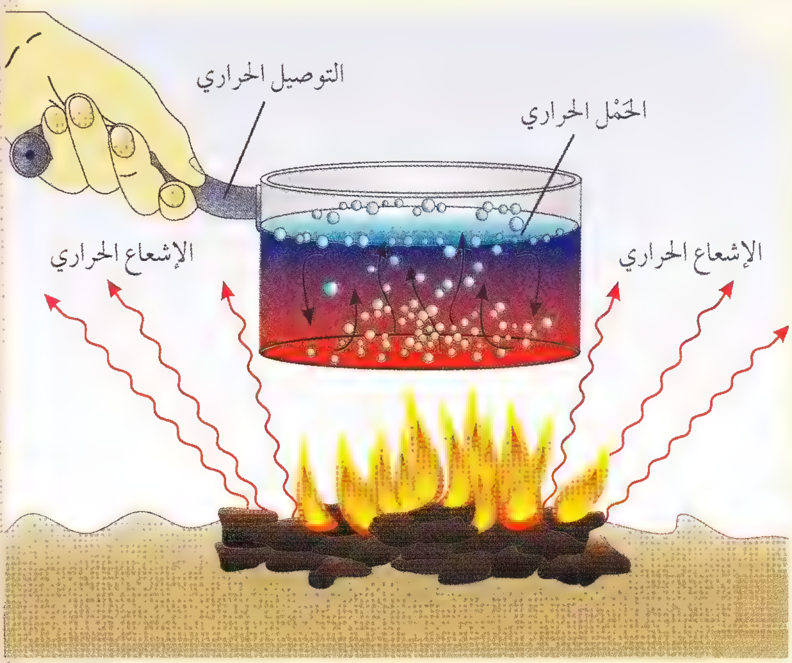
جوزيف فورييه (1768م-1830م) عالم فيزيائي فرنسي، يُعرَف بـأعماله التي قـام بها في مجال التوصيل الحراري، كما يُعرَف أيضاً باستخدامِه لسلسلة فورييه من أجل حَلِّ المعادلات التفضيلية، وبالمفاهيم الأخرى التي تتعلّق بهذه المسألة. إلى جانب ذلك، قام هذا العالِم -بصفته عالماً وأديباً- بتلخيص روح المذهب العقلي الفرنسي أثناء فترة الثورة الفرنسية، وقد ظلَّ العمل الذي كان يقوم به هذا العالِم يَحظى بهذا القَدْر من الأهمّية في مجالات عديدة في علم الفيزياء الرياضية، حتى تَمَّ تطوير وتعميم هذا العِلْم من أجل إخضاعه إلى فرعٍ جديد من التحليل الرياضي، تمثّل بنظرية التحليل التوافُقي.

قانون فورييه في التوصيل الحراري

في حالة وجود أيِّ ميلٍ في درجة الحرارة داخل جسم من الأجسام، فإنّ الحرارة ستبدأ بالتدفّق من منطقة درجة الحرارة العالية إلى منطقة درجة الحرارة المنخفضة، وهو ما يُعرَف باسم «نقل التوصيل الحراري». وقد تمّ وصف هذه الظاهرة من خلال قانون فورييه الذي ينصّ على المعادلة التالية:

$$(q = -k\nabla T)$$

حيث تُحدِّد هذه المعادلة كمّية الحرارة الموجّهة (q) ودرجة التوصيل الحراري (k). أما إشارة (-)، فإنها تَضمَن تدَفُّق الحرارة نحو درجة المَيل الحراري. وتقوم هذه الصورة (في يسار الصفحة) بتلخيص جميع أنواع الحرارة الثلاثة، وهي: الإشعاع الحراري، والتوصيل الحراري، والحَمْل الحراري.



التجربة الثانية

الهدف من التجربة: اختبار التوصيل الحراري بالماء والبالون والشمعة.

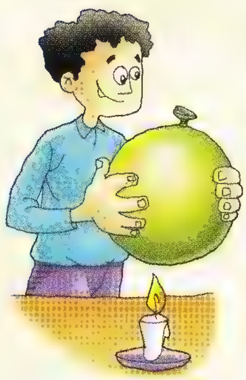
إجراء التجربة:

المواد المطلوبة:

1- ماء 2- بالونان 3- شمعة مضاءة

1

قُمْ بنفخ البالون وَضَعْه فــوق الشّمعة المضاءة.



2

ستجد أن الشمعة المُضاءة قد قامت بتزويد البالون بالحرارة. ومن ثَمّ سيبدأ هذا البالون في الذوبان قبل أن ينفجر.



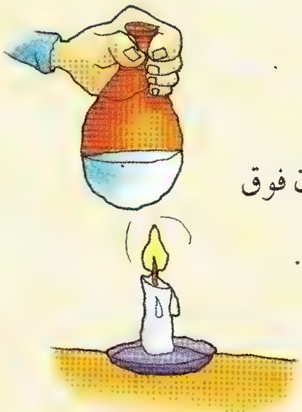
3

تَناوَلِ الآن بالوناً آخَرَ واملأ نصفه بالماء.



4

ضَعْ هذا البالون فوق الشمعة المُضاءة.



5

ستجد أنَّ لهيب الشمعة يلمس البالون، ومع ذلك فإنّ البالون لا يتعرّض للانفجار.



النتيجة: تُوضِّح هذه التجربة أنه من الممكن أنْ تقوم المياه بتوصيل وامتصاص الحرارة، فالمياه الموجودة في البالون تقوم بامتصاص الحرارة من الشمعة، كما أننا نجد أنَّ البالون مُوَصِّلٌ جيّدٌ للحرارة، وهو ما يجعل لهيب الشمعة ينتقل إلى المياه دون إحداث أي نوعٍ من الضَّرر في البالون.

الحَمْل الحراري
Convection

يمكن تعريف الحَمْل الحراري بأنَّه دورانٌ عموديٌّ ينشأ عن الاختلافات الموجودة في الكثافة، والتي تُحدِثُ في النهاية تغيُّرات في درجة الحرارة، كما أنّها تتضمّن نقل الحرارة من خلال حركة السائل الساخن من مكانٍ إلى آخر. والملاحَظ أنّ مُصطلح «السائل» في



تيّار الحَمْل الحراري

مجال علوم الفيزياء يشير إلى أيِّ مادة من المواد التي تتدفّق، ومن ثَمَّ لا تتمتّع بأيِّ شكلٍ محدَّد، وهذا من شأنه أن يعني في الغالب السوائل والغازات. أما في علوم الأرض، فإنّ هذا من شأنه أنْ يشير إلى الأجسام ذات الحركة البطيئة. ومع مرور السنوات الكثيرة، التي قام علماء الأرض خلالها بدراسة هذه الظاهرة، وجدوا أنَّ التدفّق الصافي للأجسام الصُّلبة في بعض الظروف المعينة كالجليد أثناء عملية ذوبانه، يمكن أن يكون جوهريّاً. أما في المنظور العام، فنجد أنه لا يمكن أنْ نتجاهل نقل الحَمْل الحراري عندما تكون هناك حركة سوائل هامّة حول هذا الجسم الصُّلب، إذ من الممكن أن تعمل درجة حرارة الجسم الصُّلب على إحداث حركة في السوائل، نتيجةَ مجالٍ خارجيٍّ مثل قابلية السائل للطَّفْو في الماء. وتُعرَف هذه العملية باسم «الحَمْل الحراري الطبيعي»، وتتميّز بأنها تُشكِّل إحدى الوظائف القويّة في اختلاف درجة الحرارة بين الجسم الصُّلب وبين الجسم السائل، كما أنَّ عملية نفخ الهواء فوق جسمٍ صُلب من خلال الوسائل الخارجية مثل المَراوِح والمضخّات، من الممكن أيضاً أنْ تعمل على توليد حركة في السوائل، ويُعرَف هذا الأمر بِاسْم «النقل الحراري القَسريّ». ولهذا نجد أنَّ الحَمْل الحراري يتشابه مع التوصيل الحراري في أمورٍ، ويختلف عنه في أمورٍ أخرى، منها أنه يتطلب وسيلة أو تقنية، حيث نجِدُ أنَّ الحرارة في عمليّة التوصيل الحراري تنتقل من جزيءٍ إلى آخَر. أما في حالة الحَمْل الحراري، فإننا نجد أنَّ السائل الذي تَعَرَّض للحرارة، يتعرّض هو ذاته للحركة.

وسنلاحظ أنَّ هذا السائل يعمل على إزالة الهواء البارد أو نقله من أمامه. ومن هنا، فإنَّ عملية تدَفُّق السائل الساخن في هذا الموقف تُعرَف باسم «عملية تيَّار الحَمْل الحراري». وينقسم الحَمْل الحراري إلى قسمين: الحَمْل الحراري الطبيعي، والحَمْل الحراري القَسْري. ويُشكّل ارتفاع الهواء المُعرَّض للحرارة أحد الأمثلة على الحَمْل الحراري الطبيعي، كما أننا نجد أنَّ الهواء الساخن أو الحارّ يتمتع بكثافة أقلّ من كثافة الهواء البارد في الغلاف الجوي الذي يقع فوقه، وبالتالي: فإنَّ هذا الهواء قابلٌ للطَّفْو. ومع ذلك، فإنّ هذا الهواء يبدأ في فقدان الطاقة والتعرُّض للبرودة في حال ارتفاعه. ولهذا نجد أنَّ هذا الهواء البارد، الذي أصبح الآن أكثر كثافة من الهواء المحيط به، يبدأ في الغطس مرة ثانية، فيُساهم في تكوين دائرة متكرّرة تعمل على توليد الرياح.

الحمل الحراري القسري



تقوم المروحة الموجودة في السخانات الآلية بنفخ الهواء البارد، ولكن هذا الهواء سيصبح ساخناً عند مروره خلال أي عنصرٍ من عناصر التسخين.

يعمل الحَمْل الحراري القَسريّ على دراسة نقل الحرارة بين سائل متحرِّك وسطح جسم من الأجسام الصُّلبة، كما توجد أيضاً أنواعٌ مختلفةٌ للحَمْل الحراري القَسريّ، مثل: التَّدفّق في أنبوبٍ أو عَبْرَ طبقٍ مُسطَّحٍ وهكذا. وبشكلٍ عام، سنجِد أنه لا يوجد حلٌّ رياضيٌّ مُتاحٌ لجميع مشكلات الحَمْل الحراري القَسريّ. ومع ذلك، فإنه يتِمُّ تحليل هذه المشكلات من خلال المعادلات القائمة على التقديرات التجريبية، ويتِمُّ تعميمُها من خلال التحليل البُعدي. ويمكن صياغة هذا التحليل من خلال المعادلة الآتية: Nu=f(Pr, Re, Ma) حيث نجد أنّ الرمز (Nu) يشير إلى رقم ناسيلت، والرمز (Pr) إلى رقم براندل، والرمز (Re) إلى رقم رينولدز، والرمز (Ma) إلى رقم ماك، وكلها أرقام لا بُعديّة تُستخدَم في حالات الحمل الحراري القَسْري. أما في حال كانت سرعة الانسياب منخفضة، فعندها يصبح من الممكن التخلّي عن رقم ماك، لنحصل في النهاية على النتيجة الآتية: Nu=f(Pr,Re).

الحمل الحراري الطبيعي

الحَمْل الحراري الطبيعي هو نوعٌ من أنواع نقل الحرارة، حيث لا توجد أي قوى بشريةٍ في التأثير على تبريد أو تسخين السوائل والغازات، ولكننا نجد أنّ النقل الحراري يعمل على تكوين دائرةٍ يُطلَق عليها «تيّار الحَمْل الحراري»، حيث يحِلُّ السائل الأكثر برودة محلَّ السائل الدافئ. إضافةً إلى ذلك، فإنّنا نجد أنّ جميع أجزاء المادة تتألف من كُتَلٍ صغيرة جدًّا، تُعرف بالذّرّات، وهذه بدَوْرِها تعمل على التجمُّع وتشكيل مجموعاتٍ داخل الجزيئات. أما حركة هذه الجزيئات، فهي التي تتسبّب في ارتفاع أو انخفاض السوائل، كما تشتهر عملية الحَمْل

الحراري الطبيعي باسم «الحَمْل الحراري الحُرّ». إضافةً إلى ذلك، فإنّ الحَمْل الحراري الطبيعي يساعد كثيراً في تفسير أنظمة الأرض الطبيعية، كتيّارات المحيطات وطبقات الغلاف الجوي. والجدير بالذِّكر، أنَّ هذه العملية تعمل بعكس الحَمْل الحراري القسري، الذي يعمل بدوره وَفقاً للمنهج نفسه، ولكنه يُشكِّل مصدراً من مصادر الحرارة التي تمّت بِوَسائل بشَريّة، مثل هواء مَراوح المياه التي تعمل على رفع دائرة النقل الحراري. ومع ذلك، فمن الممكن استخدام كلٍّ من الحَمْل الحراري الطبيعي والقَسْري لأغراض معينة، كتزويد المنازل بالحرارة. أمّا في حالة تأثُّر السوائل بأيٍّ من مصادر الطاقة كالشمس أو الحرارة التي تقع تحت الأرض، فسنجد أنها تبدأ غالباً في النهوض والارتفاع. إضافةً إلى ذلك، عندما تبدأ الشمس في تدفئة سطح كوكب الأرض، فسنلاحظ أن الهواء الموجود على سطح الأرض يصبح أكثر دفئاً من الهواء المتّجه إلى أعلى في السماء. كما أنّ الحرارة تقوم بتوسيع المسافات بين الجزيئات، وهو الأمر الذي يجعل الهواء أكثر خفَّةً وارتفاعاً فوق سطح الأرض. أما في حالة صعود الهواء بعيداً عن الأرض الساخنة، فإنّ الجزيئات تبدأ في البرودة والتعرُّض للضغط الجوي، ثمّ تعمل الجاذبية بعد ذلك على سحب الهواء الأكثر برودةً وثقلاً، حيث يبدأ في التعرّض للحرارة مرةً أخرى. أمّا التيارات المحيطية، فإنها تتكوّن بفِعْل الحَمْل الحراري الطبيعي إضافةً إلى التغيُّرات التي تَحدث في الرياح وكثافة المياه المالحة، في حين تعمل الرياح الباردة التي تمرُّ فوق سطح المياه، على ضغط الجزيئات والغوص في اتجاه أرض المحيط. أمّا المياه التي تتحرّك نحو خط الاستواء فإنها تكتسب حرارة وتعلو من جديد، وهذا من شأنه أنْ يتسبّب في خَلْق تياراتٍ محيطيةٍ كثيفةٍ تبدأ في التدفُّق على طول الشواطئ القاريّة، والتأثير في الطقس في المناطق البرّية التي تقع بالقرب من المحيطات. أما في الحَمْل الحراري الطبيعي، فإنّ حركة السائل تقع في اختلافات الطفو المحلّي التي تَحدث بسبب وجود سطح جسم من الأجسام الباردة أو الساخنة، في حين تتعرَّض درجة كثافة معظم السوائل التي تقع بالقرب من جدار ساخن مثلاً، للتضاؤل. إضافةً إلى ذلك، فإنّ سرعات الحَمْل الحراري الطبيعي تُعدّ معتدلةً نسبيًّا، وسيكون الناتج أقلّ تدفّقاً من حركة الحَمْل الحراري القسري. وفي الإطار نفسه، نجد أنَّ قانون نيوتن المتعلّق بالتبريد يُعدّ مُكوِّناً هامًّا في عملية الحَمْل الحراري الطبيعي، فقد ذكرَ هذا القانون العِلميّ أن المعدَّل الذي تقوم فيه المادة بفَقْد الحرارة، يرتبط ارتباطاً مباشراً بدرجة حرارة الجسم الذي يُؤثِّر فيها.



من الممكن أن يكون الحَمْل الحراري الطبيعي مصدراً للظواهر المحيطية مثل: التيارات المحيطية والعواصف المُناخية وغيرهما.

التجربة الثالثة

الهدف من التجربة: إعداد تيار الحَمْل الحراري .

إجراء التجربة:

المواد المطلوبة:

1- وعاء بلاستيكي شفّاف (في حجم صندوق الأحذية)

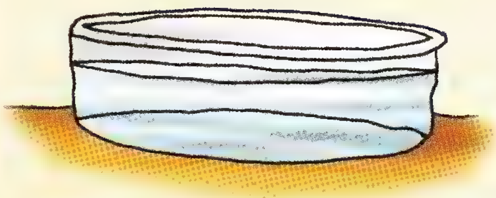
2- صبغٌ أحمر اللون 3- مكعّبات ثلج ملوّنة بلون أزرق.

1



املأ ثُلثي الوعاء البلاستيكي بالماء الدافئ.

2



دَع الماء في الوعاء لمدّة دقيقة واحدة.

3

ضَعْ مُكعّباً من مكعّبات الثلج الزرقاء في الناحية اليمنى من الوعاء البلاستيكي.

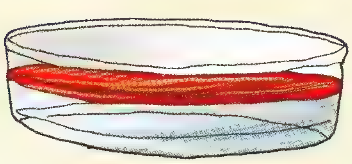


4



قُمْ بإضافة ثلاث قطرات من الصبغ الأحمر إلى الماء، في الناحية الأخرى من الوعاء البلاستيكي.

5



ستجد أن الماء الأزرق البارد يبدأ في الغوص إلى أسفل، بينما يبدأ الماء الأحمر الدافئ بالصعود إلى أعلى الوعاء.

النتيجة: إنّ هذا الأمر يَحدُث نتيجة الحمل الحراري. فالماء الأزرق يُمثّل كتلة الهواء البارد، بينما يُمثّل الماء الأحمر كتلة الهواء الدافئ غير المستقرّ. أما العاصفة الرعدية التي تَحدُث نتيجة الهواء غير الثابت والحمل الحراري، فإنّها تلعب هي أيضاً دوراً هامًّا في هذه التجربة.

الدّيناميكا الحراريّة
Thermodynamics



اكتسب اكتشاف الديناميكا الحرارية أهميةً كبيرةً بسبب استخدامها في المحركات البخارية.

تُعدّ الديناميكا الحرارية فرعاً من فروع الفيزياء التي تتناول الطاقة وعمل النظام الفيزيائي، حيث تمّ اكتشافها ودراستها في بداية القرن التاسع عشر الميلادي. ويمكن القول أنّ الديناميكا الحرارية لا تتعامل سوى مع الاستجابة العالية لأيِّ نظام من الأنظمة الفيزيائية التي يمكننا ملاحظتها وقياسها من خلال التجارب العلمية. أما التفاعلات الغازية المنخفضة، فإنّها تُوصَف من خلال نظرية الغازات الحركية. ورغم أنّ جميع الطرق الفيزيائيّة مُكمِّلة لبعضها البعض، فإنّ هناك بعض المفاهيم التي يَسْهُل فهمها فيما يتعلق بالديناميكا الحرارية، كما أن هناك بعض المفاهيم والأفكار التي فَسَّرَها العلماء بطريقة مُيَسَّرة جدّاً من خلال النظرية الحركية. وتحتوي الديناميكا الحرارية على ثلاثة قوانين أساسية تَمَّ وصفها من خلال شرائح زجاجيةٍ منفصلة. ويؤدي كل قانون من هذه القوانين الثلاثة إلى تعريف خصائص الديناميكا الحرارية التي تساعدنا في فهم وإدراك عملية النظام الفيزيائي. وسنقوم بعرض بعض الأمثلة البسيطة التي تتعلق بهذه القوانين، وخصائص كل قانونٍ منها لعددٍ متنوعٍ من الأنظمة الفيزيائية، رغم اهتمامنا الكبير في الديناميكا الحرارية بدراسة أنظمة الدفع والتدفُّقات عالية السرعة. ولِحُسن الحظّ، فإنَّ جميع الأمثلة التقليدية للديناميكا الحرارية تشتمل أيضاً على الديناميكا الغازية، غير أنّ نظام الترقيم المتعلّق بقوانين الديناميكا الحرارية الثلاثة يحتوي على قَدرٍ ضئيلٍ من الغموض والإبهام. أما القانون الصِّفري للديناميكا الحراريّة (قانون زيروس)، فقد تمَّت إضافته إلى قوانين الديناميكا الحرارية بعد وضع هذه القوانين الثلاثة، إلا أنَّ هذا القانون غالباً ما تتمُّ مناقشته في بادئ الأمر.

قوانين الديناميكا الحرارية

القانون الصِّفري للديناميكا الحرارية

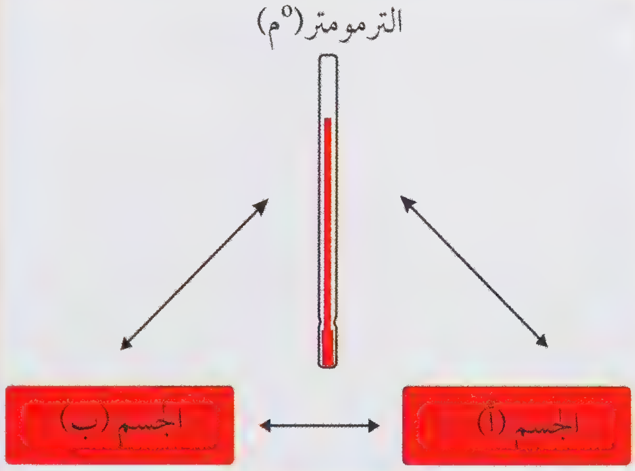
ينصّ القانون الصِّفري للديناميكا الحرارية (قانون زيروس) على أنه في حال وجود توازنٍ حراريٍّ بين نظامين مع نظامٍ ثالث، فهذا يعني أنّ هذهِ الأنظمة في تَوازُن حراري مع بعضها البعض، ولهذا فإنّ هذا القانون عادةً ما يُشار إليه على أنه «مبدأ التوازن».

ومع ذلك فإنّ القانون الصِّفري هذا لا يبدو أنه حقيقةٌ مُسلَّمَة أو حتّى فَرضِيةٌ في هذه النظرية الجديدة، نتيجةً للسببين الآتيين: أولهما وجود تجارب علمية كثيرة ثبتَ من خلالها فشل هذا القانون، إذ نجد مثلاً أنه في حالة وجود جسمٍ يقوم بطَرد النِّيُوترونات، يوجد جسمٌ آخر يقوم بامتصاص هذه النيوترونات، وهذا من شأنه أنْ يُؤدّي إلى وجود حالةٍ من التوازن الحراري مع البيئة، غير أن هذين الجسمين لن يكونا في توازنٍ حراريٍّ مع بعضهما البعض، بسبب تفاعلات النيوترونات.


يُعدّ رالف فاولر العالِم الذي قدّم إسهامات كبيرة في مجال الديناميكا الحرارية.

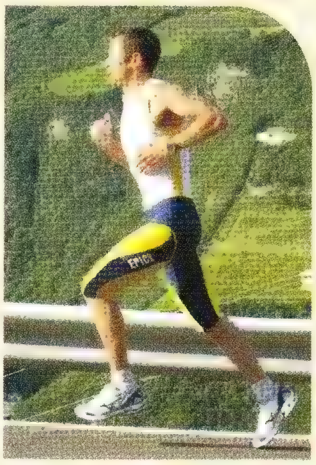
ولهذا فإنه يجب النظر إلى هذا القانون على أنه تعريف للتفاعلات الحرارية، وهو التعريف الذي وُجِدَ من قَبْل في نظرية الجدران المُنْفِذة للحرارة.

إلى جانب ذلك، يُعدّ هذا القانون مجرّد نتيجةٍ للقانونين الأول والثاني في الديناميكا الحرارية. ويمكن إثبات ذلك من خلال الفَرضِيّة الآتية: تخيّل أنَّ النظامين (أ) و(ب) في حالة توازن حراري مع البيئة، وتخيّل أيضاً أن النظام (ب) أشدّ سخونة أو حرارة من النظام (أ)، وهو ما يُعَدُّ اختراقاً وانتهاكاً للقانون الصِّفري، ثمّ قُم بتوسيع النظام (ب) بشكلٍ عكسي حتى يكون في حالة توازنٍ حراري مع النظام (أ)، وبعدها قُمْ بوَضع كلٍّ من النظامين (أ) و(ب) في حالة اتصالٍ حراري، واضغط على النظام الفيزيائي (ب) بشكلٍ عكسيّ كي يعود إلى حجمه الأصلي. وبما أن النظام (ب) يفقد الحرارة من أجل النظام (أ) خلال عملية الضغط، فإنّ عملية الضغط للنظام (ب) ستكون أقلّ من عملية التوسيع، ومن ثَمَّ سيكون هناك ناتج صافٍ لهذا العمل. وفي نهاية الأمر، دعْ كلاً من النظامين (أ) و(ب) يعودان بشكلٍ منفصلٍ إلى حالة توازنٍ حراري مع البيئة من خلال عملية الاتصال الحراري، ستكتشِفُ أنَّ النتيجة الكُلِّيَة التي ستصل إليها هي مُجرّد انعكاس كامل للحرارة من البيئة إلى العمل في عمليةٍ دائرية، وهو ما يُعدّ انتهاكاً لِبَيان كالفِن المتعلّق بالقانون الثاني في الديناميكا الحرارية.



القانون الصِّفري للديناميكا الحرارية

قانون الديناميكا الحرارية الأول



عندما يقوم أي لاعب رياضي بالركض، ستجد أن الطاقة الحركية لديه قد تحولت إلى طاقةٍ حرارية.

ينصّ قانون الديناميكا الحرارية الأول على أنَّ «الطاقة لا تُفنَى ولا تُستَحدَثُ من العدم، ولكنّها تتحوّل من شكل إلى آخر»، وبالتالي فإنَّ الطاقة الموجودة في الكون هي مجرد ثابتة من الثوابت. لذا، فإنّه يمكننا نقل الطاقة من مكان ما في الكون إلى مكانٍ آخر بكل تأكيد، ولكي نقوم بالعمل على حل مشكلات الديناميكا الحرارية، فإننا سنكون في حاجة إلى عزل جزءٍ من العالَم (النظام الفيزيائي) عن بقية الكون (البيئة). خُذْ مثلاً رقّاص الساعة، ستجد أنَّ هناك حالة من الاحتكاك تجعل الرقّاص يبدأ بالعمل بشكل بطيءٍ تدريجيّاً، إلى أن يتوقّف عن العمل تماماً. ولهذا فإنّه من الممكن تحديد رقاص الساعة بأنه يشكّل النظام الفيزيائي، أمّا الأشياء التي تحيط به، فهي البيئة. ونتيجةً لهذا الاحتكاك الصغير والمستقر، ستجد أنَّ هناك انتقال للطاقة الحرارية، من النظام الفيزيائي (رقّاص الساعة) إلى البيئة المحيطة به (الهواء وسطح الارتكاز الذي يدور عليه رقّاص الساعة). ونتيجةً لقانون الديناميكا الحرارية الأول، نجِد أنّه لابد أن تبدأ طاقة النظام الفيزيائي في الانخفاض من أجل تعويض الطاقة المفقودة في شكل حرارة، حتى تتوقّف عقارب الساعة عن العمل تماماً.

قانون الديناميكا الحرارية الثاني

ينصّ قانون الديناميكا الحرارية الثاني على أنّ الفوضى الموجودة في الكون تشهد حالة من الازدياد، ويُعدّ هذا القانون أحد أهم القوانين الأساسية في العلوم، كما ينصّ هذا القانون أيضاً على أنه لا يمكن للحرارة أن تنساب من نظامٍ فيزيائي ذي درجة حرارةٍ أعلى إلى نظامٍ ذي درجة حرارة أقلّ من تلقاء نفسها وبمحض اختيارها. ومن أجل إحداث ذلك، فلا بُدّ من تنفيذ نوعٍ معيّنٍ من العمل، فإذا وضَعْنا مثلاً مكَعَّباً من الثلج في كأس ماء دافئ، فسنجد أن مُكعّب الثلج سوف يذوب نظراً لتدفُّق حرارة المياه إليه. وفي نهاية الأمر سنحصل على كأس ماء بارد إلى حدٍّ ما، ولهذا فإنه لا يُمكن تكوين مكعّبات الثلج إلا إذا تَمَّ استخدام الطاقة. ومن بين الأمثلة الأخرى التي تدُلّ على أنَّ قانون الديناميكا الحرارية الثاني لا يمكن أنْ يعمل إلا من خلال إضافة طاقة، نجد الطاقة التي تتجسّد في ثلاّجة من الثلاّجات القديمة، حيث يعمل تبريد الجزء الداخلي من الثلاجة في هذه الحالة على تدفئة الجزء الخارجي منها، الأمر الذي يتسبّب في حدوث الحرارة. وتجدر الإشارة أنّ هذا العمل يتمّ من خلال مِضَخّة الثلاّجة.

إضافةً إلى ذلك، فإنّ قانون الديناميكا الحرارية الثاني يُشير أيضاً إلى أنه من الممكن أنْ تتعرّض الأشياء للتآكل أو النحت، حيث نجد مثلاً أننا إذا ترَكْنا منزلاً من المنازل المبنية بِالطُّوب لِعِدّة سنوات دون أي اهتمام بـه، فإنّه سينهار في نهاية المطاف جرَّاءَ الرياح أو الأمطار أو الصقيع، أو أيٍّ من الأحوال الجوّية الأخرى، في حين أنّنا إذا ترَكْنا كَومةً من الطُّوب دون الاعتناء بها، فإنّها لن تُشكّل أيَّ منزل على الإطلاق ما لم يتمّ القيام بهذا العمل.

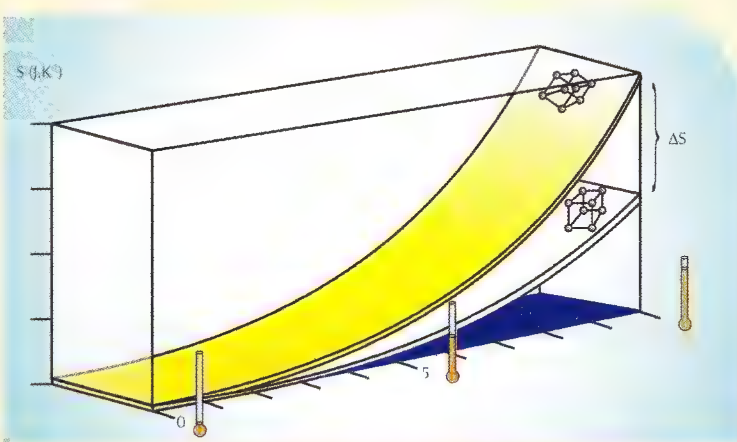


قانون الديناميكا الحرارية الثاني.

وتشير الصورة التي في أعلى الصفحة إلى صهريجين من صهاريج الماء، حيث سنجد أن الماء الموجود على الجانب الأيسر أسخَن من الماء الموجود على الجانب الأيمن. ولأنه لا يوجد سوى قطعة رقيقة من لوح معدني -أو ربما قطعة زجاج- تعمل على فصل المياه، فإنّ الحرارة (الطاقة الحرارية) ستنساب من جانب إلى آخر بكل سهولة ويسر، حيث ستتركّز الطاقة الحرارية بشكل كبير في المياه الأكثر سخونة، كما أننا سنجد أن البُوصة المكعّبة من المياه الموجودة في الجانب الأيسر تحتوي على قدر أكبر من الطاقة الحرارية أكثر من البوصة المكعّبة من المياه الموجودة في الجانب الأيمن.

قانون الديناميكا الحرارية الثالث

يُعدّ قانون الديناميكا الحرارية الثالث في الأساس مجرّد بيان يتعلّق بالقُدرة على ابتكار سُلَّم حراري مُطلَق تصل فيه درجة حرارة النقطة التي تتكوّن فيها الطاقة الداخلية لجسم من الأجسام الصُّلبة، إلى صفر درجة مئوية فقط. وبالتالي، فإنه يستحيل الوصول إلى درجة الصفر المطلق. وينص قانون الديناميكا الحرارية الثالث على أنَّ تغيير مقياس اضطراب المادة (الإنتروبيا) لأي نظام من الأنظمة الفيزيائية يقترب من الصفر، عندما يتم تحويله من شكلٍ إلى شكل آخَر، لأن درجة حرارته تقترب من الصفر تبعاً لمقياس كالفِن (مقياس درجات الحرارة المطلقة).



كلما اقتربت درجة الحرارة من 0 درجة كالفن، سنجد أن تغيير مقياس اضطراب المادة يبدأ في الانخفاض.

ويُعدّ الصفر في مقياس كالفِن، بمثابة الحدّ الأدنى المُطلَق لدرجة الحرارة، وذلك عندما تتمتّع الذرّات والجزيئات بأقل درجة ممكنة من الطاقة. وبما أنَّ درجة الحرارة هي مقياس الحركة الجُزيئية، فإنه لا يمكن أن تكون هناك درجة حرارة أقل من الصفر المُطلَق. وعند الوصول إلى هذه الدرجة، فإنّ البلّوَرة الثلجية الكاملة لا تحتوي على أيِّ نوعٍ من أنواع الفوضَى أو الاضطراب. أما في حالة تركيب قانونَي الديناميكا الحرارية معاً، فإنهما يدعمان القول بأنه من الواجب استخدام محطة الطاقة المُركَّزة من أجل إنجاز عملٍ مفيد، فعندما تبرد المياه تتحوّل إلى ثلج صلب ومن ثمّ، فإنّ جُزيئات المياه الصُّلبة قد لا تتحرك بعد ذلك بحُرِّية، ولكنها من الممكن أنْ تهتزّ داخل البلّورات الثلجية. وفي هذه الحالة يكون مقياس اضطراب المادة منخفضاً جدًّا. أما في حالة تبريد المياه بشكلٍ كبير، بدرجةٍ تقترب من الصفر أكثر وأكثر، فإنّ جميع اهتزازات الجزيئات تبدأ في التناقص، في حين أنّه في حالة وصول المياه الجامدة درجة الصفر المُطلَق، فإنّ جميع الحركة الجُزيئية سوف تتوقّف بشكلٍ تام. وفي هذه الحالة لا يكون في المياه أيُّ نوعٍ من الاضطراب على الإطلاق.

مقياس اضطراب المادة

كان العالِم رودولف كلاوزيوس هو أوّل مَن قام باستخدام مصطلح «مقياس اضطراب المادة»، من أجل الحديث عن قانون الديناميكا الحرارية الثاني. ويُمكن تعريف «مقياس اضطراب المادة» بأنه المقياس الكمِّي لاضطراب النظام الفيزيائي. أما المصطلح ذاته فإنه مُستنبَطٌ من عِلْم الديناميكا الحرارية التي تتعامل مع تحويل الطاقة الحرارية داخل النظام الفيزيائي، كما أنَّ علماء الفيزياء تحدّثوا بشكلٍ عام عن التغيير الذي يَحدث في مقياس اضطراب المادة، والذي يَحدُث بدوره في عملية محدّدة من عمليات الديناميكا الحرارية، بدلاً من الحديث عن بعض أشكال «مقياس اضطراب المادة المُطلَق». وبالتالي، فإنّ هذا المقياس هو مقياس النشاط العشوائي في نظامٍ من الأنظمة الفيزيائية. وعندما نقول «عشوائي»، فإننا نعني بذلك الطاقة التي لا يمكن استخدامها في أيِّ عمل من الأعمال. وهذا بدوره يعني أن هذه الطاقة شرسة وغير قابلة للترويض، كما يَستخدم علماءُ الفيزياء أيضاً المعادلة التالية: دلتا (S) = دلتا (Q) / دلتا (T)، حيث يشير الرمز (S) إلى قيمة مقياس اضطراب المادة، بينما يشير الرمز (Q) إلى مقياس الحرارة، والرمز (T) إلى درجة حرارة النظام الفيزيائي بمقياس كالفِن. وفي حال استخدام الرمز دلتا (Δ)، فإنّ ذلك يرمز إلى التّغيير الذي يقع. أما في حال استخدام الدلتا (T)، فقد يكون التغيير الذي يحدث في درجات الحرارة. والجدير بالذكر، أنَّ خاصِّيّة «مقياس اضطراب المادة» تلعب دوراً جوهريًّا في دراسة علم الديناميكا الحرارية، حيث تمَّ إدخالها عن طريق مفهوم تشغيل المحرّك الحراري.

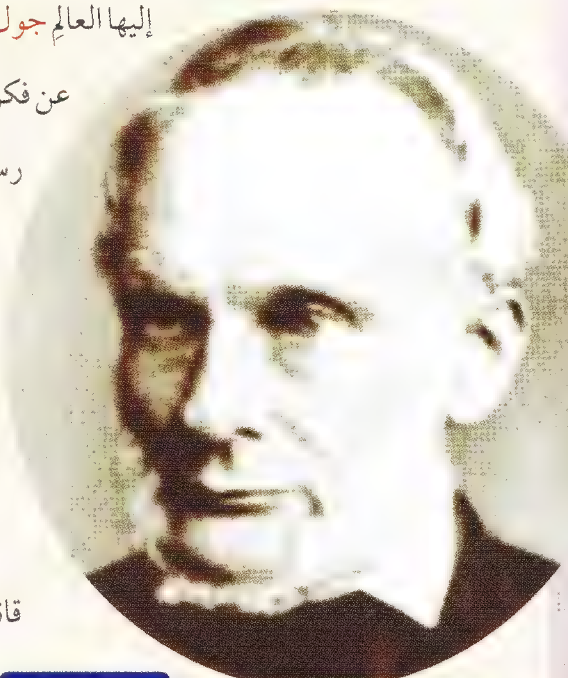
ومع مرور الوقت، تطوّر مفهوم «مقياس اضطراب المادة» نتيجةَ الإسهامات الهامة التي قام بها كلٌّ من سادي كارنوت، وجيمس بريسكوت جول، ووليام طومسون، ورودولف كلاوزيوس، وماكس بلانك، وغيرهم.



في حالة ذوبان أيّ مكعّب من المكعبات الثلجية، فإن ذلك سيؤدي إلى تغيير حالة هذه المكعبات. ومن أجل إحداث هذا التغيير لدى مكعب الثلج، فإنه ينبغي أن تقوم جزيئات هذه المكعبات بزيادة نشاطها. ولهذا فإن الازدياد الذي يقع في هذه الجزيئات يشكّل ازدياداً في مقياس اضطراب المادة.

عالِم

يُعدّ عالِم الفيزياء الألماني رودولف كلاوزيوس (1822م - 1888م) مؤسِّس علم الديناميكا الحرارية، بعد أن أَحدَثَ توفيقاً بين النتائج الّتي توَصَّلَ إليها العالِم جول وبين نظريات العالِم سادي كارنوت، من خلال التخلّي عن فكرة أن الحرارة كانت منعكسة، فقد أوردَ هذا العالِم بشكلٍ رسميٍّ تكافؤ العمل والحرارة، ثم قامَ بتطوير مِقياس اضطراب المادة من أجل تفسير سَيْر واتّجاه العمليّات الفيزيائية قبل أن يكتشف في نهاية المطاف حقيقة أنّ مقياس اضطراب المادة لا يُمكن أن يتناقص في أيِّ عملية فيزيائية، وأنه يستطيع أنْ يظلّ ثابتاً في عمليّةٍ قابلة للانعكاس، وهي النتيجة التي أصبحت تُعرَف باسم قانون الديناميكا الحرارية الثاني.



رودولف كلاوزيوس

هل تعلم؟

- تَمَّ اشتقاق مصطلح «مقياس اضطراب المادة» من الكلمة اليونانية «تْرُوبي» والتي تعني «تحويل».
- يُعرَف مصطلح «مقياس اضطراب المادة» أيضاً بالإنتروبيا، حيث كان العالم رودولف كلاوزيوس أول من استخدمه.

المُوصِلات والعَوازل الحراريّة
Thermal Conductors and Insulators



وعاء معدني

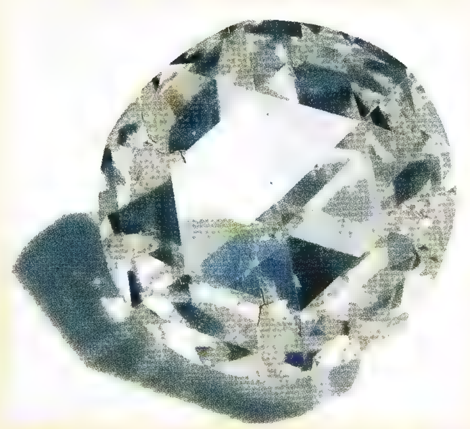
ذكرنا سابقاً أنّ التوصيل الحراري هو الطاقة الحرارية الموصلة لكل وحدة زمنية ولكلِّ وحدةِ منطقةٍ سطحيّةٍ مُقَسّمةٍ على اختلافات درجة الحرارة، ويُعدّ هذا المفهوم صريحاً من الناحية العقلانية، ويمكن قياسه من خلال قدرة المادة على توصيل الحرارة، إذ أنّ التوصيل الحراري يُمكن أن يتحدّد من خلال مُعدّل التدفّق الحراري عبر منطقة موجودة في المادة مُقَسّمة إلى مناطق، ومن خلال نقص مُكوّن انحدار درجة الحرارة في اتّجاه التدفّق الحراري.

ويمكن قياس حجم هذا التوصيل الحراري بـ« الواط» (لكل متر بمقياس كالفن)، أما ما يقابل مصطلح التوصيل الحراري فهو مصطلح المقاومة الحرارية، فعند تسخين أي جزءٍ من المعدن، تبدأ الطاقة الحركية للإلكترونات في هذه المنطقة بالزيادة. وبما أنَّ الإلكترونات غير مُقيَّدة، فإنّها تتحرّك بسرعةٍ إلى الأجزاء الأكثر برودة، وتقوم بنقل طاقتها الحركية من خلال عملية الاصطدام مع إلكتروناتٍ أخرى، وهذا ما يفسر سِرّ انتقال الحرارة من الأجزاء الأكثر سخونة إلى الأجزاء الأكثر برودة داخل المعادن. ومع ذلك، يمكن للبعض أن يتصوّر أنَّ المُوصِل الحراري هو وِعاء يضمّ الخصائص التي تقوم بتوصيل أو نقل فُقْدان الحرارة لكل وحدة من وحدات المنطقة إلى مُعدّل تغيير درجة الحرارة، فنجد مثلاً: وعاء الطهي المعدني يستقبل الحرارة أو اللهيب، ثم يقوم بتوصيلها ليس إلى منتصف السائل فحسب، ولكن إلى جُدران الوعاء أيضاً، ثمّ يساهم في زيادة منطقة الإشعاع الحراري.

الموصِلات الحرارية

المقصود بالمُوصِل الحراري هو الجسم الذي يقوم بتوصيل الحرارة بذاته. تمتاز هذه المُوصِلات الحرارية بأنها قابلةٌ للسُّخونة بشكلٍ سريع، حيث تعمل على تسخين كل الأشياء التي تقع بالقرب منها. وتحتوي هذه المُوصِلات على رباطٍ جزيئي قوي يسمح للاهتزازات الجزيئية بالسير بطريقةٍ سريعة.

إضافةً إلى ذلك، فإنّ المُوصِلات الحرارية هي مواد تسمح للحرارة بالمرور من خلالها، والتمتّع بدرجةٍ عاليةٍ من درجات التوصيل الحراري. وتُعدّ معظم المعادن من المُوصِلات الحرارية الجيّدة، ولكنّ أفضل المُوصِلات الحرارية هو الماس وأنابيب الكربون الصغيرة جدًّا. والسبب في ذلك هو أنَّ الماس وأنابيب الكربون الصغيرة تحتوي على روابط جُزيئيةٍ قويّةٍ بنظامٍ مرتّبٍ جدًّا، وهو ما يجعل الاهتزازات الجزيئية تسير بشكلٍ سريعٍ وبكل فاعليةٍ من خلال المواد. وتُستخدَم المعادن في التوصيل الحراري والكهربائي في الأجسام المختلفة، أما التركيب الذرّي المُحكَم الذي تتمتع به المعادن، فإنه يسمح لها بأن تكون من المُوصِلات الجيدة للحرارة والكهرباء. ومن بين هذه المعادن التي تتمتّع بقدرة جيدة على التوصيل الحراري، نَجِد: الصُّلب والنحاس والألومنيوم وغيرها.



يُعدّ الماس أحد أفضل المواد الموصلة للحرارة في العالَم.

هل تعلم؟

- تُعدّ المعادن من المُوصِلات الجيّدة للحرارة، لأنّ الحرارة تمُرُّ من خلالها بكل سهولة.
- تُعدّ معظم المواد البلاستيكية من الموصلات الحرارية الرديئة.

العوازل الحرارية

أمّا العَوازل الحرارية فهي تلك المواد التي لا تسمح للحرارة بالمرور من خلالها. ويُعدّ الخشب مثالاً جيداً على هذه العوازل الحرارية، حيث تعمل هذه المواد بشكل أساسي على إعاقة انسياب وتدفُّق الحرارة. ويمكن تقسيم العوازل الحرارية إلى صنفين: هما: العوازل الكتلية، والعوازل الانعكاسية. أما الطبقة والمادّة التي تكون بداخلها، والتي تُستخدَم في تطبيقٍ معيّنٍ من التطبيقات، فإنها تتوقف على بعض العوامل كدرجة حرارة العملية، والظروف المحيطة بها، ومتطلّبات القوّة الميكانيكية وغيرها. ورغم أنَّ معظم أنواع العوازل تُستخدَم في منع التوصيل الحراري، فإن المواد التي تتمتع بقدرٍ قليلٍ من الكثافة الحرارية تُعدّ من العوازل الحرارية الجيدة، فكلما كانت المادة أكثر كثافة، كلما كانت ذرَّاتها أقرب في الاندماج مع بعضها البعض. وهذا الأمر يعني أن توصيل الطاقة من ذرّة معيّنة إلى الذرّة التي تليها أمراً أكثر فاعليةً وكفاءة، ولهذا نجد أن الغازات أشدُّ عزلاً للحرارة من السوائل، التي تقوم بدورها بعزل حراريٍّ أفضل من الأجسام الصلبة. ومن الحقائق المثيرة في هذا الأمر، أنَّ المواد ذات التوصيل الكهربائي الرديء، تُعدّ موصلات رديئة للحرارة أيضاً، ولهذا نجد أنَّ الخشب من العوازل الجيدة للحرارة أكثر من النحاس. والسبب في ذلك هو أنَّ المعادن التي تقوم بالتوصيل الكهربائي تَسمح للإلكترونات الحُرّة بالدَّوران من خلال المادة، وهذا الأمر قد يساهم في تطوير وتحسين تحويل الطاقة من منطقةٍ إلى أخرى داخل المعدن. وتجدر الإشارة أنه بدون هذه القدرة قد يكون من الصعب لبعض المواد كالخشب مثلاً، أنْ تكون موصلةً جيدةً للحرارة.

هل تعلم؟

- تقوم المواد العازلة للحرارة بخفض تدفّق الحرارة من خلال سَمَاكَة طبقة المادة.
- يُعدّ العازل الجيد للحرارة من المُوصِلات الرديئة للحرارة أيضاً.



يُعدّ الخشب من العوازل الجيدة للحرارة، لأنه يحتوي في تركيبه على كثيرٍ من الجيوب الهوائية الصغيرة التي تساعد على منع التحرك الحراري.

التجربة الرابعة

الهدف من التجربة: اكتشاف أفضل العوازل الحرارية التي يمكن استخدامها كغطاء.

المواد المطلوبة:

1- مياه ساخنة 2- جورب صوف 3- أربعة أوعية أو أباريق زجاجية 4- قطعةٌ من رقائق القصدير 5- أربعة أربطة مطّاطية 6- قطعةٌ من ورق الجرائد 7- قطعةٌ من القماش القطني

إجراء التجربة:

1



قُمْ بـرَصِّ الأوعية أو الأباريق الزجاجية الأربعة في شكل صفٍّ على سطح مستوٍ.

2



قُمْ بصَبِّ الماء الساخن إلى كل واحدٍ من هذه الأوعية أو الأباريق بكميّات متساوية.

3



قُم بتغطية كل وعاء على حِدَة بطبقة رقيقة من القصدير والقماش القطني والجورب الصوفي وورقة الجريدة.

4



قُم بربط غطاء كلّ وعاء برباطٍ مطّاطي.

5



اترك هذه الأوعية أو الأباريق لمدة ساعةٍ ونصف.

6

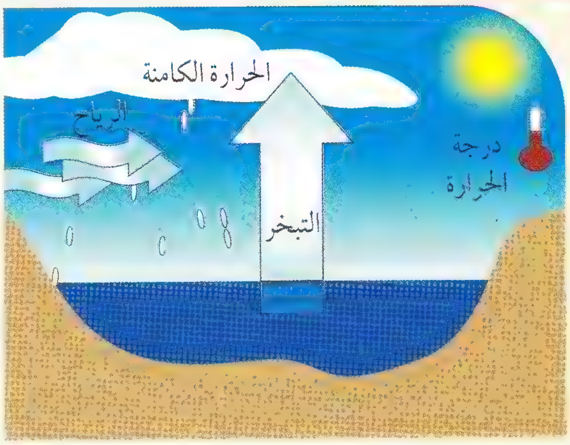


قُمْ بنزع جميع الأغطِية الموجودة على هذه الأوعية، ثم المِس المياه الموجودة في كل وعاء من هذه الأوعية، لمعرفة أيُّها يتمتّع بدرجةٍ عاليةٍ من الدفء.

النتيجة: ستجد أن الإبريق الذي يحتوي على المياه الأكثر دفأً، يُشكِّل غطاؤه أفضل العوازل الحرارية .

الحرارة الكامِنة

Latent Heat



يتمتّع الغلاف الجوّي لكوكب الأرض - من خلال مساعدة المياه التي يُرمَز إليها بـ (H_2O) - بالقـدرة على تخزين الحرارة، وعندما يتمّ تخزين الحرارة، يُشار إليها حينئذ باسم «الحرارة الكامنة». وبما أن المياه تتبخّر من سطح البحيرات، فإنها تحمل هذه الحرارة إلى الغلاف الجوي. أما في حالة تحوُّل هذه المياه إلى قطرات من المطر، فإنّ هذه الحرارة تعود إلى الكرة الأرضية مرةً أخرى. وبمعنى آخر، فإنّ كمية الحرارة التي تَمَّ امتصاصُها أو إطلاقها بواسطة مادّة من المواد التي تتعرّض بدورها لتغيُّر حالتها مثل الثلج الذي يتحوّل إلى مياه، أو المياه التي تتحوّل إلى بخار - بدرجة حرارة ثابتة وضغط جويٍّ - تُعرَف باسم الحرارة الكامنة. والجدير بالذكر، أنه في حالة تغيُّر طور المادة، أي تغيُّرها من مادة صُلبة إلى مادة سائلة مثلاً، أو من مادة سائلة إلى مادة غازية، فإنها تحتاج إلى طاقة من أجل القيام بذلك.

يتِمُّ امتصاص الحرارة الكامنة من خلال عملية التبخُّر، ويَتمُّ إطلاقها عندما يبدأ الثلج بالتكثّف والتحوُّل إلى سائلٍ، كما هو الحال في السُّحُب. إضافةً إلى ذلك، فإنه يتمّ امتصاص الحرارة الكامنة عند ذوبان السائل، ويتمّ إطلاقها عندما تبدأ المياه في التجمّد. ومع ذلك، فإنّ الحرارة الكامنة لا يمكن أن تُقاس بواسطة الترمومتر، ولكنها تُقاس ككمّية من وحدات الطاقة وليس كدرجة حرارة.

تُعدّ الحرارة الكامنة نوعاً من التغيير الحراري مصحوباً بتغييرٍ في الحالة أو المرحلة الحرارية للمادة والجدير بالذكر أن هذه الحرارة تُسمّى أيضاً بحرارة التحوّل. إضافةً إلى ذلك، يتمّ امتصاص الحرارة الكامنة بواسطة كتلة من وحدات المادة أثناء تغيُّرها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة، ومن الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، أو تحريرها عند التحوّل إلى عكس هذين التغييرين. وقد سُمّيت الحرارة الكامنة بهذا الاسم، لأنها لا ترتبط بأيٍّ تغييرٍ في درجة الحرارة. فضلاً عن ذلك، تتمتع كل مادة من المواد - عموماً - بخاصّية الانصهار أو الدمج الحراري، مصحوبةً بتحوُّل المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة، كما تتمتّع المادة أيضاً بخاصّية التبخُّر مصحوبةً بتحول

المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، حيث تساوي درجة انصهار الحرارة الكامنة للجليد 80 سُعرةً حراريّةً لكل غرامٍ واحد. ويتِمُّ امتصاص هذا الكَمِّ من الحرارة من خلال كل غرام من الجليد في مرحلة الذوبان، أو يتمّ إطلاقه خلال كل غرام من المياه في مرحلة التجمّد. أما درجة الحرارة الكامنة في البخار، فإنها تساوي 540 سُعرةً حراريّةً لكل غرام واحد من الغرامات التي تَمَّ امتصاصها أثناء عملية التبخُّر، أو إطلاقها أثناء عملية التكثف. أما بالنسبة للمادة التي تتحوّل مباشرةً من الحالة الصُّلبة إلى الحالة الغازية أو العكس، فإن الحرارة التي يتِمُّ امتصاصها أو إطلاقها تُعرف باسم حرارة التصعيد الكامنة.

والجدير بالذكر أن الجزيء عندما تتغيّر حالته، فإنه سيحتوي على قدرٍ مختلفٍ من الطاقة. ومع ذلك، فإنّ قوانين علم الفيزياء تَرى أن الطاقة لا يمكن أن تختفي. ولهذا، فإنه عندما يبدأ الجُزيء في التحرّك بشكلٍ بطيءٍ للغاية، يتِمُّ إطلاق الطاقة الزائدة إلى البيئة المحيطة في شكل حرارة كامنة، بينما عندما يتحرّك الجُزيء بشكلٍ سريعٍ، فإنه سيقوم بامتصاص قَدْر كبير من الحرارة من خلال أخذ مقدار كبير من الحرارة الكامنة من البيئة المحيطة.

ومع ذلك فبإمكانك الشعور بتأثيرات الحرارة الكامنة في أي يومٍ حارٍّ، عندما يبدأ العرق في التبخُّر من جسم الإنسان، ويبدأ الإنسان في الشعور بالبرودة. والسبب في ذلك، هو أنَّ جُزيئات السائل الذي يتبخّر ستحتاج إلى قدر كبير من الطاقة، عندما يتحوّل هذا السائل إلى بخار ماء. أما الطاقة الحرارية، فإنّها تؤخذ من جسم الإنسان، وهو ما يترتب عليه انخفاضٌ في درجة حرارة الجسم. إضافةً إلى ذلك، تكون تأثيرات الحرارة الكامنة واضحةً في الطقس الجوي، إذ عندما تبدأ الجُزيئات المائية الموجودة في الهواء بالارتفاع بشكلٍ كبيرٍ جدّاً، فإنها ستصبح باردةً بشكلٍ كبير، وتتحوّل إلى سائلٍ يحتوي على قدرٍ قليلٍ من الطاقة. أما الطاقة الاحتياطية، فإنها تصبح حرارة كامنة، تساعد في تدفئة البيئة المحيطة بها. وهذا الأمر من شأنه أن يؤدّي إلى حدوث الرياح. وتجدر الإشارة إلى أنه في حالة حدوث هذه العملية بشكلٍ سريعٍ، فإنّ ذلك قد يتسبّب في إحداث عاصفةٍ رعدية.

إضافةً إلى ذلك، تعطي الحرارة الكامنة الطاقة والقوّة للزّوابع والأعاصير الحلزونية، التي تبدأ فوق المحيطات الدافئة، حيث يوجد دعمٌ كبيرٌ من الهواء الرطب والدافئ الذي يتمتع بالقدرة على الارتفاع ثم التكثّف. وكلما كان الهواء دافئاً، كلما زادت برودة وكثافة الطاقة الناتجة عنه. ولهذا السبب نجد أن الأعاصير والزوابع تكون قويّةً جدّاً في الفصول الدافئة.



يرى البعض أنه عندما يتحوّل الجليد من الحالة الصّلبة إلى الحالة السائلة، فإنّ الحرارة تصبح كامنة فيه.

التجربة الخامسة

المواد المطلوبة:
1- مكعّبات ثلج 2- كأس أو وعاء زجاجي 3- ميزان حرارة

الهدف من التجربة: فهم عملية انصهار الطاقة الكامنة.

إجراء التجربة:

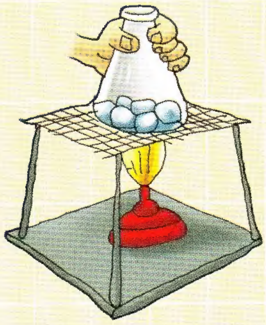
1 ضَعْ بعض مكعّبات الثلج في الكأس أو الوعاء الزجاجي.



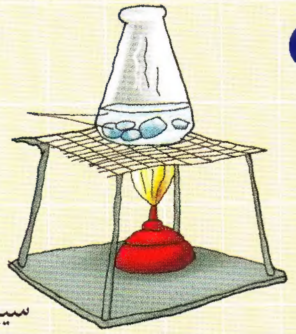
2 قُم بإدخال ميزان الحرارة، ستجد أنَّ درجة الحرارة المئويّة هي صفرٌ.



3 ضَعْ الكأس على النار بعد ذلك، وقُم بتسخينها.

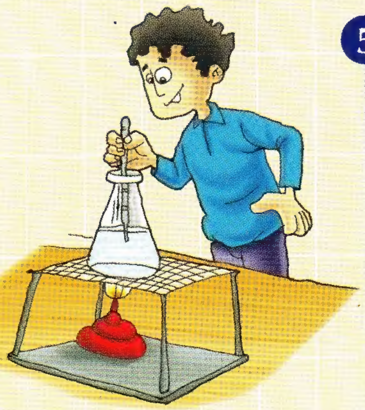


4



سيبدأ الثلج في الذوبان.

5 ستلاحظ أنه في حالة تزويد الثلج بالحرارة أو التسخين، ستبدأ درجة الحرارة في الارتفاع، بينما ستظلّ درجة حرارة الثلج المئوية صفراً كما هي، إلى أنْ يذوب الثلج ويتحوّل إلى ماء. أما إذا استمرّت حالة التسخين، ستلاحظ أنَّ درجة الحرارة سترتفع.



النتيجة: تُوضّح هذه التجربة أنَّ الحرارة التي تَمَّ تزويد الثلج بها أثناء الذوبان قد تَمَّ استخدامها بواسطة الجزيئات الصُّلبة من أجل عملية التحويل، بمعنى أنَّ جُزيئات الجسم الصُّلب تَستخدم الحرارة التي تَمَّ تزويد الثلج بها للتخلُّص من عملية الجذب الواقعة بين الجزيئات، كي يبدأ الجسم بالذوبان، والتحوُّل إلى جسم سائل. أما الحرارة التي تَمَّ تزويد الجسم الصلب بها عند نقطة الذوبان، فقد تمّ استخدامها في عملية تغيير حالة المادة، وتُعْرَف هذه العمليّة بِاسْم عملية انصهار الحرارة الكامنة.

الحرارة النّوعِيّة
Specific Heat



تُساعد درجة الحرارة النوعية العالية للماء في استقرار درجة حرارة المحيطات بشكلٍ كبير، وهو ما يؤدّي إلى توافر بيئة ملائمة للحياة البحرية.

يمكن تعريف الحرارة النّوعيّة بأنّها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام أو كيلوغرام واحدٍ من المادّة بمقدار درجة مئوية واحدة. وغالباً ما يتمُّ التعبير عن العلاقة بين الحرارة وتغيُّر درجة الحرارة من خلال الشكل المُوضَّح أدناه:

$$Q = cm\,\Delta T$$

حيث أن الرمز (Q) هو الحرارة المضافة والرمز (C) هو الحرارة النوعية، أما الرمز (m) فهو كتلة المادة، في حين أن الرمز (ΔT) هو التغيُّر في درجة الحرارة.

ويُطلَق على الحرارة النوعية أيضاً اسم: «سعة الحرارة النوعية». أما الوحدات المستخدَمة في قياس سِعَة الحرارة النوعية، فهي وحدة الطاقة (جول) لكل كلغ كالفن (كلغ / ك) أو وحدة الجول لكل مول كالفن (جول/ مول/ كالفن). أمادرجة حرارة الماء النوعية فهي 1 كالوري/ غرام درجة مئوية ($cal/g^{o}C$). وتتوقّف قدرة الماء على تثبيت درجة الحرارة على درجة الحرارة النوعية العالية بشكلٍ نسبي للماء.

أما في حالة مقارنة المياه بمعظم المواد الأخرى، فسنجد أن الماء يحتوي على درجة عالية من الحرارة النوعية بطريقة غير عادية. ونتيجةً لهذه الدرجة العالية من الحرارة النوعية التي يتمتع بها الماء مقارنةً بالمواد الأخرى، نجِد أن درجة حرارة الماء تتغيّر عند امتصاص أو فُقدان قدر مُعيَّن من الحرارة. أما السبب في أنه من الممكن أنْ يحرق الإنسان إصبَعه من خلال لمسه المِقبض المعدني لآنية الطهي الموجودة على المَوقد، فهُو أنّ الحرارةَ النّوعِيَّة لكمية الماء الموجودة في هذه الآنية تكون عشرة أضعاف درجة حرارة الحديد. وبمعنى آخر، فإنَّ الأمر قد يتطلب 0.1 سعرة حرارية (cal) من أجل رفع درجة حرارة غرامٍ واحدٍ من الحديد بمقدار 1 كالوري (cal).

وتجدر الإشارة إلى أنّه من الممكن النظر إلى الحرارة النوعية على أنّها نوعٌ من المقاييس التي يُمكن من خلالها معرفة الكيفية التي تقوم من خلالها المادة بتغيير درجة الحرارة أثناء امتصاص أو إطلاق الحرارة.

أما العلاقة بين درجة الحرارة النوعية العالية للماء وبين الحياة على كوكب الأرض، فإنها تَحدُث عندما تقوم كمياتٌ كبيرةٌ من الماء عندما ترتفع درجة حرارتها بامتصاص وتخزين كمياتٍ كبيرةٍ من الحرارة من الشمس أثناء فترات النهار وأثناء الصيف. أما أثناء الليل وفي الشتاء، فإنّ المياه الباردة يمكنها أنْ تساهم في تدفئة الجو تدريجيًّا. ولهذا السبب نجد أنَّ معظم المناطق الساحلية تتمتع بطقسٍ أكثر اعتدالاً من المناطق الداخلية.

هل تعلم؟

- يُعدّ عالِم الفيزياء الإسكتلندي جوزيف بلاك هو أول مَن قام باكتشاف الحرارة الكامنة، والحرارة النوعية، وثاني أكسيد الكربون.
- يُمكن أن تكون الحرارة النوعية لمادّة من المواد سلبية. ولهذا، فإنّ الحرارة النوعية السالبة تعني أنه لكي تتمكّن من رفع درجة الحرارة، فلابد من سَحْبِ كمية معيّنة من حرارة الجسم.

أريد أن أعرف عن الحرارة

تشكّل العلوم واحدة من أهمّ المواد التعليميّة الأساسية التي يحتاج المرء إلى التعرّف عليها وفَهمها والإحاطة بها في كل وقت ومكان للتخصُّص والإلمام بكثيرٍ من مجالات الحياة المُختلفة، وهي على أهميّتها لا تخلو من التّعقيدات والصّعوبات التي توصِل الفرد إلى مرحلة الإرباك - في بعض الأحيان - نظراً للكمّ الهائل من المفاهيم والحقائق الذي تتضمّنه.

من هنا، تتناول هذه السّلسلة جميع أشكال العلوم المعروفة من فيزياء وكيمياء وتكنولوجيا... إلخ، بطريقة مُبسّطة وشيِّقة لا تقتصر على توضيح الأفكار والمعلومات التي تتضمّنُها فحَسْب، بل وتُسهّل عملية الفَهم والإدراك لدى القارِىء أيضاً.

كلّ هذا من خلال صُوَرٍ شيّقة وإيضاحاتٍ هامّةٍ وتجاربَ حيّة تُخرِج بعض المفاهيم العلمية من الإطار النّظري الضيّق.

تتضمّن هذه السِّلسلة:

الطيران
الإنسان الآلي
جسم الإنسان
الأرض
القوة والحركة
المواد الكيميائية
الحرارة
التكنولوجيا
تكنولوجيا النانو
الصوت
المحيطات والأنهار
الجبال
الزلازل والبراكين

Learning
Riyadh, Tel: 966-1-4623049
Beirut, Tel: 961-1-856656

ISBN 978-614-408-387-1